УДК 624.131

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Строкова

Томский политехнический университет
E-mail: ig@galore.tomsk.ru

Приводятся новые материалы по составу и физико-механическим свойствам покровных отложений Томской области. Проведена статистическая обработка данных. Для каждого вида грунта получены корреляционные зависимости модуля общей деформации, прочностных характеристик от гранулометрического состава, коэффициента пористости, влажности и др. Приводятся предложения по составлению региональной таблицы нормативных и расчетных показателей механических характеристик пород.

В Томской области широко распространены рыхлые породы, представленные преимущественно пылеватыми суглинками, иногда с признаками облессования в верхней части разреза. В литературе эти породы называют покровные суглинки, элювиально-делювиальные отложения и т.д. Они характеризуются комплексом признаков, а именно: залегают с поверхности и плащеобразно покрывают другие генетические типы рыхлых горных пород любого состава и возраста и на различных геоморфологических элементах.

Для объяснения генезиса покровных отложений существуют десятки теорий и гипотез, зачастую противоречивых. Одни исследователи связывают их с водной средой, другие – рассматривают их как субаэральные образования, третьи – как образования при ведущей роли процессов криогенеза в слое сезонного промерзания и оттаивания.

Инженеры-геологи основным признаком лессовых пород считают их просадочность. В.Т. Трофимовым систематизированы существующие механизмы формирования просадочности лессовых пород, реализация которых приводит к появлению этого специфического свойства [1].

В то же время немало исследователей лессов склонялись к тому, что специфические свойства и облик этих пород обязаны минеральному составу. Удивительное сходство минерального и химического составов одинаковых гранулометрических фракций лессов из разных регионов отмечал С.С. Морозов [2]. В.П. Ананьев и В.И. Коробкин, изучавшие лессы юго-западной части Восточно-Европейской платформы, пришли к выводу, что за специфичность свойств лессов отвечает их минеральный состав [3]. Из более 50 минералов, идентифицированных в лессах, ими выделены наиболее значимые: кварц, полевые шпаты, глинистые минералы, карбонаты, реже амфиболы.

Инженерно-геологическая характеристика покровных отложений г. Томска и прилегающих районов дана Г.А. Сулакшиной в 1962 г. [4]. В ее работе обобщены все имеющиеся на тот период сведения о покровных отложениях Томской области. В этой работе она рассмотрела литологические особенности пород, гранулометрический и минералогический состав, физико-механические свойства пород. Покровные отложения Томской области представлены суглинками, супесями, глинами, реже песками. Преобладающий цвет этих пород является бурый. По минеральному составу покровные отложения не отличаются от подстилающих отложений. В них также много эпидота 38 %, роговой обманки 21 %, рудных минералов 23 %. Такие минералы как лейкоксен, циркон, гранат, апатит, пироксен составляют 3...4 %. В легкой фракции преобладает кварц 70 %, полевые шпаты 28 %, карбонаты до 6 %. Мощность этих отложений 0,8...6 м.

Для оценки покровных отложений нами проведены следующие виды работ: изучение состава легкорастворимых солей путем анализа водных вытяжек пород; определение емкости поглощения и состава обменных катионов; обобщение литературного и фондового материала с составлением сводной таблицы показателей состава и физико-механических свойств покровных отложений. Схема расположения инженерно-геологических скважин и линии разрезов, по которым изучались грунтовые толщи, приводится на рис. 1.

Исследование состава пород включало изучение гранулометрического состава грунтов, содержания в них карбонатов, водорастворимых солей и органического вещества.

По гранулометрическому составу отложения представлены преимущественно суглинками, глинами, супесями, пылеватыми песками, которые залегают прослоями и линзами. Содержание песчаных фракций незначительное, преобладает пылеватая фракция: в песках 2...66 %, в супесях 40...80 %, в суглинках 14...88 %, в глинах 57...69 % (рис. 2). Породы имеют наибольшую карбонатность по сравнению с другими стратиграфо-генетическими комплексами. Содержание $CaCO_3$ составляет 5...7 %, карбонаты встречаются как в рассеянном виде, так и в форме стяжений [5]. Верхняя часть разреза покровных отложений часто имеет признаки облессованности, выражающиеся в характерной палевой окраске, столбчатой отдельности, макропористости. Облессованность своим существованием обязана многократно повторяющемуся промерзанию-оттаиванию, высыханию и увлажнению, морозобойному растрескиванию и почвообразовательным процессам. Высокое содержание пылеватых фракций, характерное для грануло-

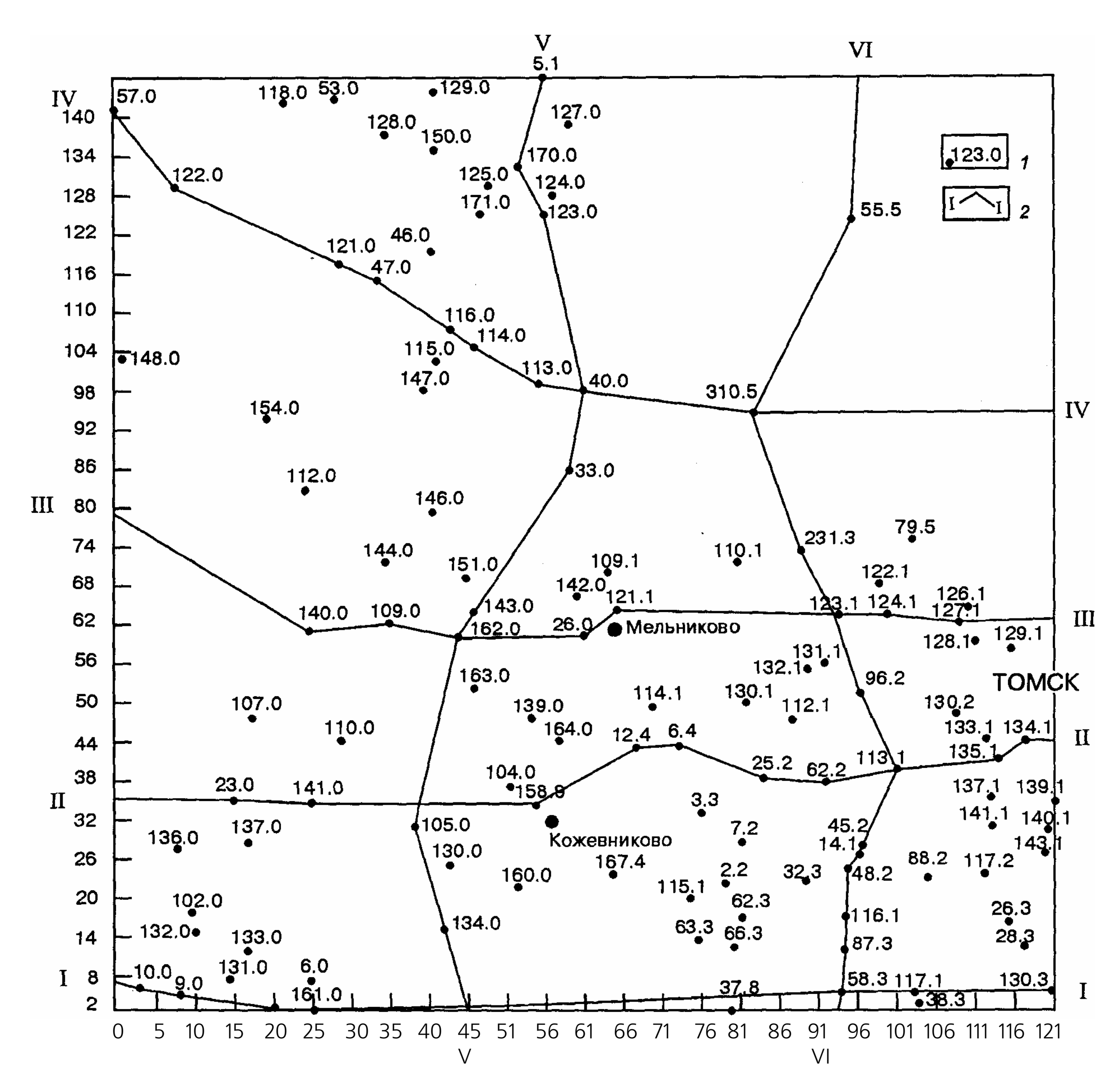


Рис. 1. *Схема расположения инженерно-геологических скважин: 1) номера скважин, пробуренных партиями: 131.0 – Кожевниковской (А.В. Кривенцов и др., 1992); 161.1 – Южной (А.М. Альшанский и др., 1993); 25.2 – Рыбаловской (В.А. Коробкин и др., 1987); 63.3 – Нелюбинской (В.Л. Карлсон и др., 1975); 46.4 – Киреевской (В. А. Сильвестров и др., 1962); 2) линии инженерно-геологических разрезов (I...VI)*

метрического состава данных грунтов, объясняется интенсивной физической дезинтеграцией минерального вещества в условиях сурового климата, а также процессами коагуляции коллоидной части.

В связи с условиями формирования и залегания показатели физических свойств пород изменяются в значительных пределах (особенно в интервале 0...2 м). Основные статистические характеристики состава и свойств покровных суглинков приведены в табл. 1.

Преобладают разновидности по консистенции – твердые, полутвердые, тугопластичные. Набухаемость определялась на образцах естественного сложения. Грунты ненабухающие, но встречаются и сильнонабухающие (скв. 133, глубина 1,5 м), средние значения относительного набухания 0,2...1,2 %. Породы быстро размокают в воде (в течение 2...120 мин), редко – встречаются неразмокающие. Слабая водостойкость покровных отложений - причина широкого развития эрозионных процессов.

Механические свойства грунтов являются наиболее важными параметрами их инженерно-геологической оценки. Изучение основных механических показателей включало определение модуля общей деформации (E_0), коэффициентов сжимаемости (a) и относительной просадочности (ε_{sl}), сцепления и угла внутреннего трения (φ). Грунты большей частью непросадочные, при дополнительных давлениях (по данным ТомскТИСИЗа) могут быть просадочными (коэффициент относительной просадочности ε_{sl} – 0,01...0,05, начальное просадочное давление составляет 0,15...0,2 МПа).

Таблица 1. *Основные характеристики гранулометрического состава и физических свойств суглинков*

Показатели	Ед. изм.	Количество определений	Среднее	Min	Max
Содержание частиц 0,05...0,005 мм	%	178	65,03	14,0	88,0
Содержание частиц <0,005 мм	%	178	19,51	6,00	34,0
Влажность, $W_{ест}$	%	174	24,35	9,00	39,0
Предел текучести, W_L	%	177	34,11	17,0	47,0
Предел пластичности, W_p	%	177	21,17	12,0	30,0
Показатель консистенции, I_L	доли ед.	174	0,35	0,0	1,60
Плотность, ρ	г/см^3	162	1,89	1,23	2,08
Плотность сухого грунта, ρ_d	г/см^3	162	1,51	1,13	1,98
Плотность частиц грунта, ρ_s	г/см^3	166	2,69	2,53	2,83
Пористость, n	%	161	43,8	34,0	61,0
Коэффициент пористости, e	доли ед.	162	0,78	0,38	1,17
Степень влажности, Sr	доли ед.	162	0,83	0,17	1,14

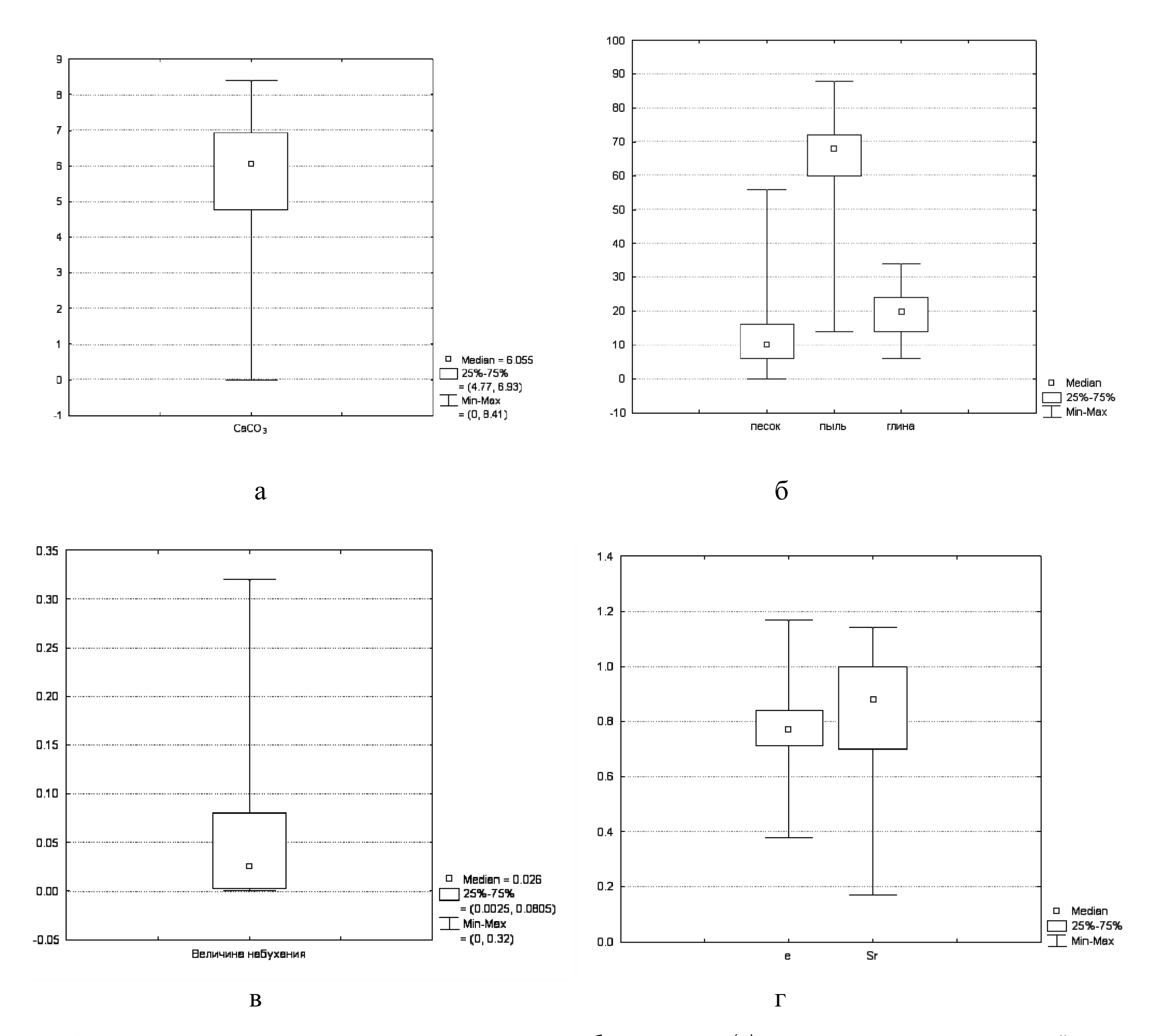


Рис. 2. *Диаграммы характеристик процентного содержания карбоната кальция (а), процентного содержания песчаной, пылеватой и глинистой фракций (б), относительного набухания без нагрузки (в), коэффициента пористости, степени водонасыщения (г)*

Таблица 2. *Корреляционная матрица показателей механических и физических свойств грунтов, гранулометрического состава, при доверительной вероятности 0,95*

Показатели гранулометрического состава и физических свойств		Показатели механических свойств							
		E_0	a	E_0	a	E_0	a	φ, град	Сцепление
		при P=1 кг/см^2		при P=2 кг/см^2		при P=3 кг/см^2			
Процентное содержание фракции	>0,05 мм	-0,28	0,22	-0,40	0,40	0,42	-0,28	0,24	-0,40
	0,05...0,005 мм	-0,26	-0,08	-0,02	0,03	-0,06	-0,13	0,09	-0,21
	< 0,005 мм	0,50	-0,13	0,40	-0,41	-0,29	0,36	-0,32	0,56
Плотность		0,26	-0,05	0,23	-0,22	**-0,78**	0,64	0,03	0,57
Плотность частиц		**-0,83**	**0,78**	**-0,79**	**0,98**	0,00	-0,17	0,56	-0,69
Влажность	естественная	-0,64	0,67	-0,62	0,47	0,13	**-0,75**	-0,33	**-0,89**
	на пределе текучести	0,50	-0,25	0,36	-0,53	0,29	-0,53	**-0,95**	0,01
	на пределе раскатывания	-0,07	0,27	-0,24	-0,04	0,18	-0,68	-0,7	-0,49
Коэффициент пористости		-0,59	0,45	-0,55	0,55	0,60	**-0,76**	-0,02	**-0,87**
Показатель консистенции		**-0,88**	**0,74**	**-0,74**	**0,76**	-0,16	-0,28	0,32	**-0,76**

Полужирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляции

Сопротивление пород сдвигу характеризуется углом внутреннего трения и сцепления. Эти показатели были получены при стандартных сдвиговых испытаниях грунтов. Средние значения углов внутреннего трения изменяются от 16 до 27°, сцепление от 9 до 96 кПа. Значения этих показателей имеют тесную корреляционную связь с пределами пластичности и коэффициентом пористости и плотностью грунтов. Сжимаемость пород исследовалась по данным компрессионных испытаний в интервале нагрузок P=1...3 кг/см^2. Грунты преимущественно среднесжимаемые. Для каждого вида грунта находились уравнения регрессии зависимости модуля общей деформации, угла внутреннего трения, удельного сцепления от коэффициента пористости, влажности. Наблюдается корреляция между показателями сжимаемости и значениями влажности, консистенции, плотности частиц грунта (табл. 2).

Приведенные исследования состава и свойств покровных отложений позволяют составить таблицу нормативных и расчетных характеристик лессовых пород, имеющих широкое распространение на территории Томской области. Табличные значения нормативных и расчетных показателей механических характеристик пород могут быть использованы для предварительных, а также окончательных расчетов оснований зданий и сооружений II и III классов ответственности.

Можно констатировать, что покровные лессовые отложения являются менее надежными основаниями по сравнению с подстилающими породами, обладают наибольшей деформируемостью и, поэтому, им следует уделять особое внимание при проектировании строительных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов В.Т. О механизмах формирования просадочности лессовых пород // Геоэкология. – 2001. – № 2. – С. 141–148.
2. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с.
3. Ананьев В.П., Коробкин В.И. Минералы лессовых пород. – Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского ун-та, 1980. – 200 с.
4. Сулакшина Г.А. Режим влажности и его влияние на физико-технические свойства лессовых пород района г. Томска // Известия вузов. Геология и разведка. – 1962. – № 10. – С. 47–53.
5. Емельянова Т.Я., Строкова Л.А. Характеристика химического состава и свойств грунтов юго-запада Томской области с целью прогноза состояния геологической среды при интенсивном ее освоении / Проблемы нефтегазовой гидрогеологии и инженерной геологии Западной Сибири: Межвузовский сб. научных трудов. – Тюмень: ТГНГУ, 1994. – С. 76–81.